



# Исследовательский комитет В2 «Воздушные линии» (SC В2)

Докладчик: Симонов Николай Сергеевич



**В состав ИК В2 СИГРЭ входят члены из 24 стран плюс наблюдатели из 17 стран. Семь консультативных групп помогают координировать деятельность 21 рабочей группы и двух объединенных рабочих групп с общим числом 384 членов (экспертов) из 44 стран.**

**Предметной областью ИК В2 являются: проектирование, строительство и эксплуатация ВЛ переменного и постоянного тока высокого и сверхвысокого напряжения, а также их компонентов: провода, изоляторы, линейная арматура, мачтовые опоры и фундаменты. Сюда же входят техническое обслуживание, ремонт, увеличение срока службы ВЛ и природоохранные аспекты.**





## Международные рабочие группы (WG)

Рабочие группы SC B2 создаются на период деятельности 4 года и завершают работу выпуском технической брошюры или «Зеленой книги». В 2017-2018 гг. рабочими группами SC B2 опубликовано 7 технических брошюр, в том числе: «Моделирование вибрации проводов воздушных линий», «Руководство по ремонту проводов и систем арматура-провод», «Повышение потенциала заземления в структурах воздушных линий переменного тока при ошибках частоты», «Опыт работы с механическими характеристиками нетипических проводов», «Покрытия для защиты оборудования электрических сетей в зимних условиях».



## Предпочтительные темы ИК В2 для сессии СИГРЭ-2018:

**ПТ 1: Воздушные линии электропередач и информационные технологии.**

**ПТ 2: Усовершенствование воздушных линий электропередач на основе имеющегося опыта.**

**ПТ 3 (совместная с ИК С3): Технические и экологические аспекты, связанные с воздушными линиями электропередач.**



## Итоги 47-й сессии СИГРЭ

По теме ПТ 1 отобрано 7 докладов, разделенные на две подтемы:

**PS1/1** Динамическое определение пропускной способности воздушных линий: прогнозирование и опыт эксплуатации;

**PS1/2** Инновационные решения, направленные на улучшение функциональных показателей воздушных линий и безопасности их эксплуатации.

## Пример «сквозной» технологии для PS1/1 (доклад B2-102)

В докладе B2-102 (Канада-США) описывается система мониторинга пропускной способности линий электропередач - Dynamic Line Rating (DLR) – в режиме реального времени. В ней используются GPS-позиционированные линейные датчики, непрерывно передающие информацию о состоянии проводов (температура и стрела провеса), спутниковые каналы связи и специальное ПО. Система создана для оптимизации диспетчерского управления и повышения гибкости сетей.



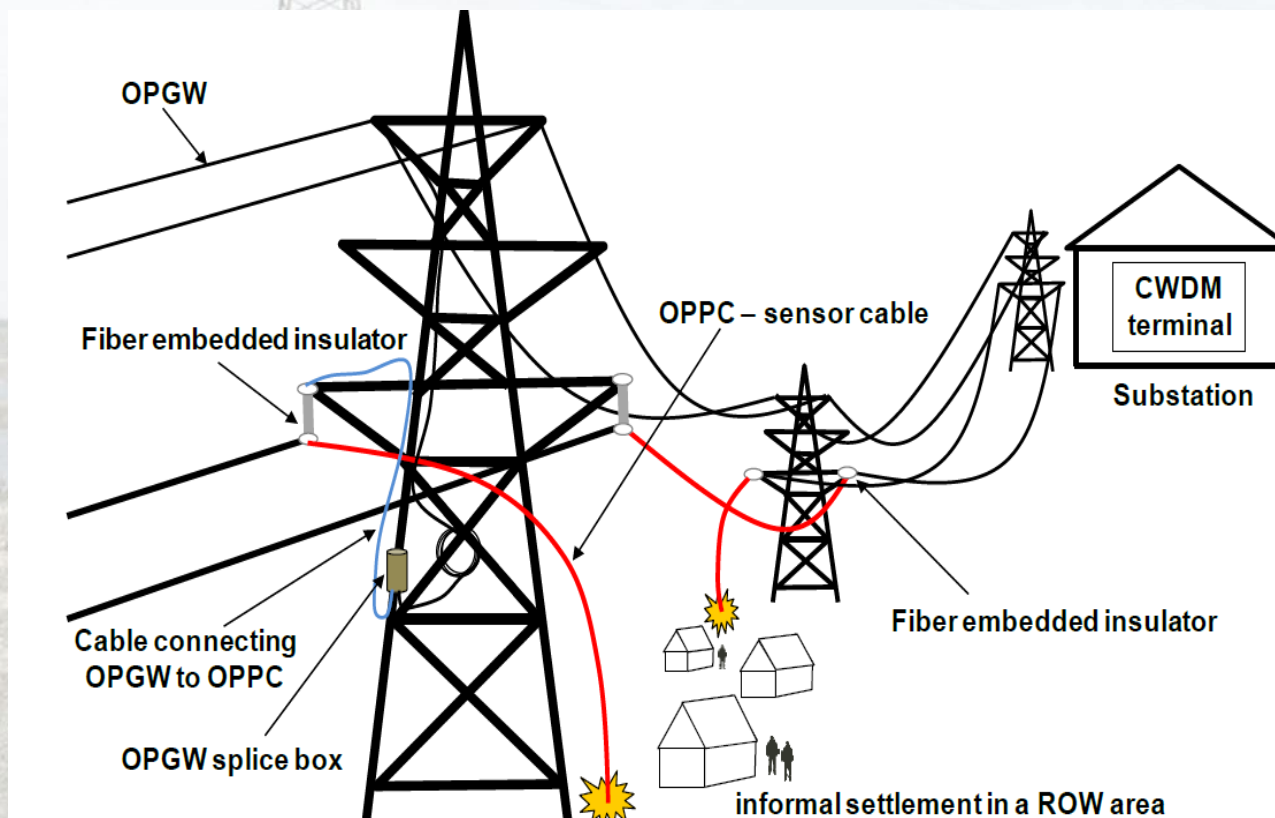
## Пример «сквозной» технологии для PS1/2 (доклад B2-101)

В докладе B2-101 (Бразилия) приведено описание способа использования оптического кабеля (OPPC), встроенного в фазный провод, для проверки целостности и наличия обрывов ВЛ.

На переходах, где безопасность людей находится под угрозой вследствие обрыва и падения провода ВЛ, эта система встраивается в систему релейной защиты подстанции, чтобы заблокировать автоматическое повторное включение (АПВ).



## Пример «сквозной» технологии для PS1/2 (доклад B2-101)





## Итоги 47-й сессии СИГРЭ

По теме ПТ 2 было отобрано 11 докладов, разделенных на три подтемы:

- PS2/1 Методы анализа и исследований для определения электрических и механических параметров при проектировании воздушных линий электропередач;
- PS2/2 Новые методы и инструменты, предназначенные для проектирования и инспекции воздушных линий электропередач;
- PS2/3 Методы повышения надежности воздушных линий электропередач.



В докладе В2-204 немецкой исследовательской группы представлена обширная программа испытаний высокотемпературных проводных систем (провод + арматура) ACCR, ACPR и ZTACIR методами механической и термической нагрузки. Исследование имеет исключительно важное значение для выработки международно-признанных стандартов для эксплуатации проводов данного типа.

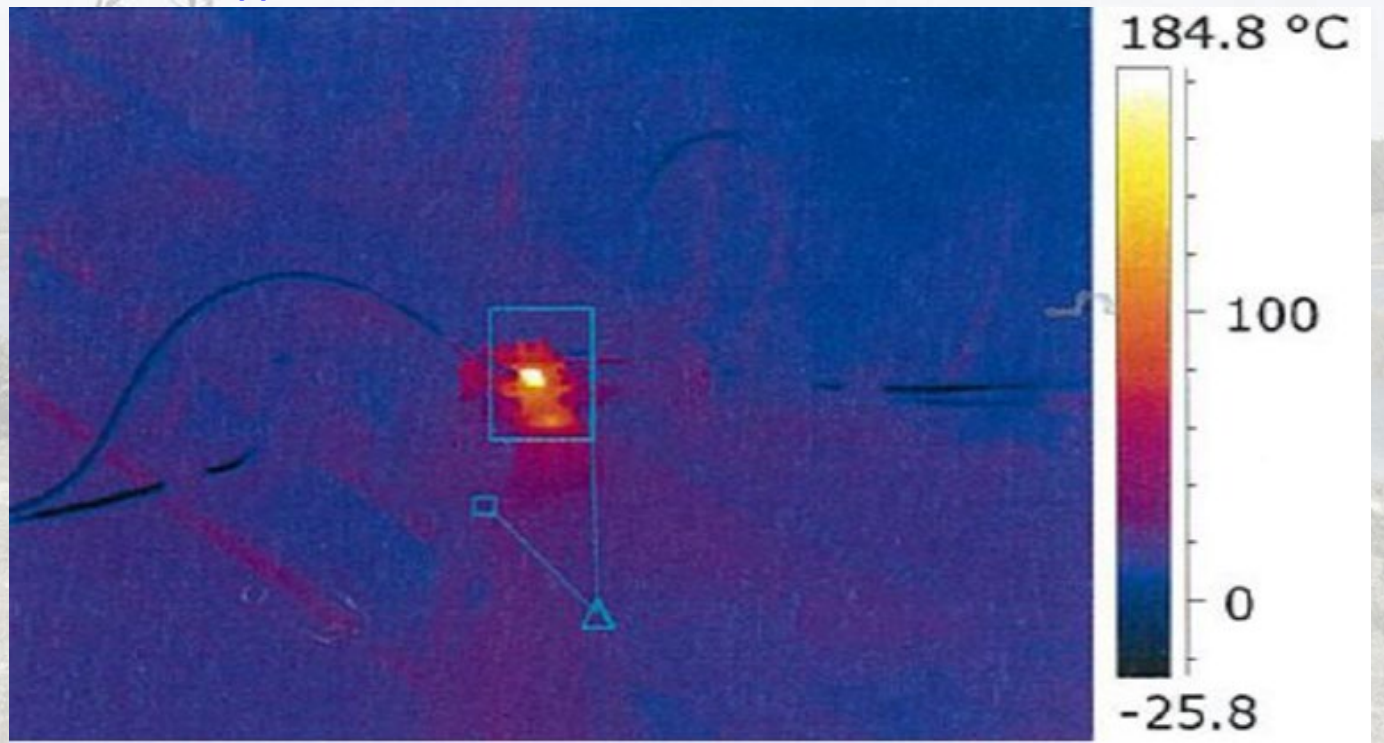
В докладе В2-213 бельгийско-швейцарской исследовательской группы представлена методика расчета конструкций сверхвысоких опор (192 м), которые предполагается установить на переходе ВЛ длиной 921 м через реку Шельда. При расчете статических и динамических нагрузок на опоры использовались такие методы, как 3D моделирование и продувка прототипа конструкции опоры в аэродинамической трубе. В случае утверждения проекта его авторы надеются «распечатать» все элементы опоры из стали и сплавов на промышленном 3D принтере.





К разряду курьезов можно отнести проблему перегрева до температуры  $184,8^{\circ}\text{C}$  хомутов грозозащитного троса (доклад В2-209). Чешские коллеги обнаружили это явление во время воздушной инспекции двух ВЛ 400 кВ и доказали, что причиной перегрева хомутов являются «наведенные токи».

На слайде фотография вершины опоры в инфракрасном диапазоне



Особый интерес вызвали доклады В2-207 (Франция) и В2-208 (Япония) о последствиях природных катаклизмов (ураганы «Лазар» и «Мартин» в декабре 1999 г. во Франции и землетрясение и цунами в марте 2011 г. Японии) для электросетевого комплекса и о мерах, принятых энергетическими компаниями этих стран: 1) по восстановлению ВЛ и 2) по укреплению опор и фундаментов ВЛ на случай повторения стихийных бедствий.

В настоящее время во Франции и Японии пересмотрены все нормативы для механической прочности опор и фундаментов ВЛ, ширины коридоров ВЛ, частоты обрезки деревьев на трассах ВЛ и т.д.

Применявшиеся до этого в Японии длинные стержневые изоляторы повсеместно заменены полимерными изоляторами с большими допустимыми изгибающими напряжениями.





На слайде металлическая решетчатая опора ЛЭП 275 кВ, унесенная в 2011 г. цунами на 300 м от первоначального места положения.



## Итоги 47-й сессии СИГРЭ

По совместной предпочтительной теме PS3 было принято 17 докладов: 12 для ИК В2 и 5 для ИК С3.

Доклады разделены на четыре подтемы:

- PS3/1 Растительность и полоса отвода (ROW)
- PS3/2 Общественное признание и конструкции опор
- PS3/3 Электромагнитные поля, коронные разряды и координация изоляции
- PS3/4 Оценка жизненного цикла (LCA)



В докладе В2-305 представителей итальянской компании магистральных сетей “Terna Rete Italia S.p.A.” обобщен опыт проектирования металлических решетчатых опор со стойкими к воздействию кручения крестообразными траверсами.

В разработанной конструкции используются специально изогнутые под углом  $45^\circ$  стальные пластины, которые не только улучшают механическую прочность опор (оптимизируют распределение внутренней сдвиговой нагрузки), но и придают им определенную эстетическую привлекательность.

В честь известного итальянского архитектора и ученого энциклопедиста эпохи Возрождения Марка Витрувия данные опоры были названы «витрувианскими».



ФСК  ЕЭС



## «Витрувианские» опоры 2-цепной ЛЭП 380 кВ «Вилланова-Гисси»: внутренний и внешний вид







## Заключение

По итогам Технического Собрания 29.08.2018 г. и дискуссионного заседания Группы В2 на сессию СИГРЭ-2020 предложены следующие предпочтительные темы:

### PS1/ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПО СОСТОЯНИЮ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ

- > Мониторинг и моделирование.
- > Индекс исправности, остаточный ресурс, механизмы деградации.
- > Оценка рисков.

### PS2 / УЛУЧШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ

- > Инновационные конструкции и материалы, компактность, преобразование переменного тока в постоянный, повышение напряжения, повышение допустимой токовой нагрузки, оптимизация потерь и др.
- > Допустимая загрузка по току.
- > Заземление, защита от грозových разрядов.

### PS3/ РЕСУРСЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

- > Проектирование с учетом строительства, обслуживания, отработки и восстановления ресурса, выполнения работ на линиях под напряжением, эргономики, навыков монтажа и техобслуживания, робототехники.
- > Проектирование и реконструирование в меняющихся условиях среды.